



Taller de antenas

ACTIVIDADES DE
PROFUNDIZACIÓN



**Centro de Entrenamiento y
Visitantes**





Taller de antenas



Lee con atención:

En el *Taller de antenas y radiotelescopios* conocimos una rama de la Astronomía con la que no estamos familiarizados habitualmente. Esta rama es conocida como Radioastronomía y estudia los cuerpos celestes en el rango de las ondas de radio del espectro electromagnético. Para poder llevar a cabo este estudio se necesitan unos instrumentos llamados radiotelescopios y que son muy diferentes de los telescopios que trabajan con la luz visible.

Las ondas de radio son una parte del espectro electromagnético que engloba aproximadamente desde los 5 KHz hasta los 300GHz, si bien cada radiotelescopio suele trabajar en algunas bandas específicas dentro de este amplio rango. Las bandas más frecuentes son las que aparecen en la siguiente tabla:

Banda	Rango de frecuencias (GHz)
L	1 - 2
S	2 - 4
C	4 - 8
X	8 - 12
Ku	12 - 18
K	18 - 27
Ka	27 - 40
Q	40 - 60

Tabla 1: Bandas de frecuencia de ondas de radio



Taller de antenas



Calcula:

Imagina que eres un radioastrónomo y que estás desarrollando una línea de investigación acerca del medio interestelar. En concreto te interesa lo siguiente:

- Nubes de hidrógeno neutro: El gas interestelar está compuesto básicamente de hidrógeno, y este es detectado por una línea de emisión intensa de 21,11 cm.
- Nubes de gas molecular: estas son gigantescos cúmulos de gas que pueden llegar a abarcar millones de masas solares y que son lugares privilegiados para la formación estelar. Están formadas por hidrógeno molecular (H_2), monóxido de carbono (CO), grupo hidroxilo (HO) y otras moléculas más complejas. Las moléculas de H_2 son las más abundantes en estas regiones pero no emiten con facilidad y no son detectables. Así, como trazadores de estas regiones se usan las moléculas de CO, que emiten a una longitud de onda de 2,6 mm.
- Amoníaco y agua: estas moléculas se pueden encontrar en forma de hielo en la superficie del polvo interestelar y tienen un máximo de emisión en 1,25 y 1,35 cm. respectivamente.

Para realizar tus investigaciones tienes la posibilidad de solicitar tiempo de observación en dos radiotelescopios:

Radiotelescopio	Localización	Bandas de trabajo
DSS63	Robledo de Chavela (Madrid)	S, X, Ka, Ku
Green Bank Telescope	West Virginia (E.E.U.U.)	L, S, C, X, Ku, H, Q

¿Qué radiotelescopio solicitarías para cada caso?





Taller de antenas



ESTRUCTURA DE UN RADIOTELESCOPIO

Todos los radiotelescopios tienen dos componentes básicos: una gran **antena** parabólica, y un receptor de radio. La sensibilidad del radiotelescopio, es decir, la habilidad para detectar débiles fuentes de radio depende del área y la eficiencia de la antena, de la sensibilidad del receptor empleado para amplificar y detectar la señal, y de la duración de la observación. Los radiotelescopios tienen antenas muy grandes y sólo emplean los receptores más sensibles. Esto es necesario ya que las débiles fuentes astronómicas son fácilmente enmascaradas por las interferencias terrestres. Para hacernos una idea de lo increíblemente débiles que son las señales recibidas basta señalar que la energía recogida por todos los radiotelescopios del mundo, más de 80, a lo largo de los últimos 50 años es menor que la energía liberada por una gota de lluvia al chocar contra el suelo.

La superficie colectora de un radiotelescopio suele tener forma de paraboloides de revolución. Esta superficie actúa como un espejo de forma que las ondas de radio que le llegan de la radiofuente se reflejan en ella y son enviadas hacia el denominado **foco primario**.

En los radiotelescopios más grandes, en los que hay receptores para varias bandas, la disposición más usada es la denominada *Casegrain*. En esta disposición, en el lugar del foco primario se sitúa el reflector secundario o **subreflector**. Este subreflector vuelve a reflejar las ondas enviándolas hacia el alimentador o cono **receptor**, situado en la base de la superficie reflectora parabólica.

Finalmente estas ondas son filtradas y amplificadas hasta que finalmente llegan a la sala de control donde se recoge la señal y se puede proceder al tratamiento de los datos recogidos.

La **montura** de la antena es la estructura que permite el movimiento de ésta para que la superficie colectora apunte hacia el lugar del cielo en el que se encuentra la fuente a estudiar.



Taller de antenas



Observa la figura de abajo en la que se muestra la estructura de un radiotelescopio y rellena los huecos con las palabras que los términos que aparecen a continuación. Cada término puede emplearse varias veces.

Antena

Montura

Ondas de radio

Foco

Subreflector

Receptor

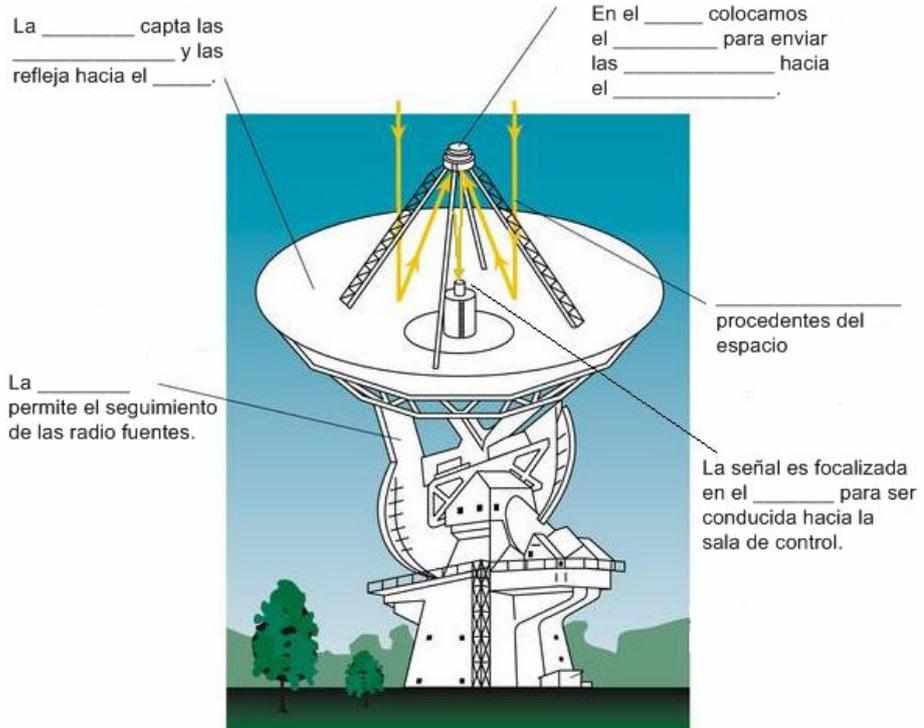


Figura 1: Esquema de un radiotelescopio



TIPOS DE MONTURAS

La montura es la estructura que sirve para sujetar la superficie reflectora del radiotelescopio y que le permite realizar los movimientos necesarios para llevar a cabo las tareas de apuntado y seguimiento de las fuentes.

Existen varios tipos de montura aunque generalmente se pueden reducir a dos: la montura altazimutal y la montura ecuatorial. La diferencia entre estos dos tipos es la orientación de los ejes de giro.

- **Montura altazimutal:** es la más sencilla ya que dispone de un eje horizontal y otro vertical. El eje vertical gira en azimut (en el plano horizontal), y el eje horizontal permite el giro del radiotelescopios para cambiar la altitud (en el plano vertical).
- **Montura ecuatorial:** en este caso se tiene un eje paralelo al eje de giro de la Tierra (ascensión recta o polar) y otro perpendicular (declinación). Esta alineación, denominada *polar* depende de la localización del radiotelescopio y coincide con la latitud del lugar.



Figura 2: DSS61 (Robledo de Chav
Montura altazimutal

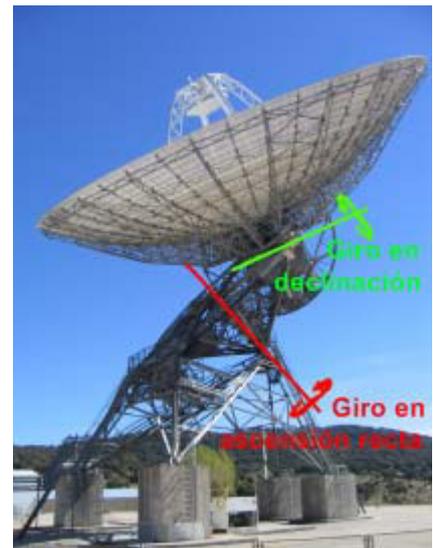


Figura 3: DSS63 (Robledo de Chavela)
Montura altazimutal



Taller de antenas

Cada una de estas monturas tiene sus ventajas y sus desventajas. La montura ecuatorial es muy cómoda ya que basta con realizar primero el giro en declinación hasta alcanzar la altura de la fuente a estudiar, y a partir de ahí sólo es necesario que la antena gire en ascensión recta acompañando el movimiento de la fuente de estudio en torno al eje polar. El problema es que estas son monturas caras y difíciles de construir, sobre todo en los radiotelescopios de antenas muy grandes, ya que la propia configuración de la montura hace complicado que pueda soportar grandes pesos.

La montura altazimutal es la más utilizada en los radiotelescopios grandes modernos ya que si bien es necesario que gire en ambos ejes continuamente para poder realizar el seguimiento esta tarea se puede controlar fácilmente por ordenador.



Observa las siguientes fotos en las que se muestran diferentes radiotelescopios del mundo, indica qué tipo de montura tienen y



Montura _____



Montura _____



Montura _____



Montura _____



EL UNIVERSO EN RADIO



Taller
de
antenas

El espectro electromagnético está dividido en franjas dependiendo de la longitud de onda, recibiendo cada una un nombre diferente como podemos ver en la siguiente figura.

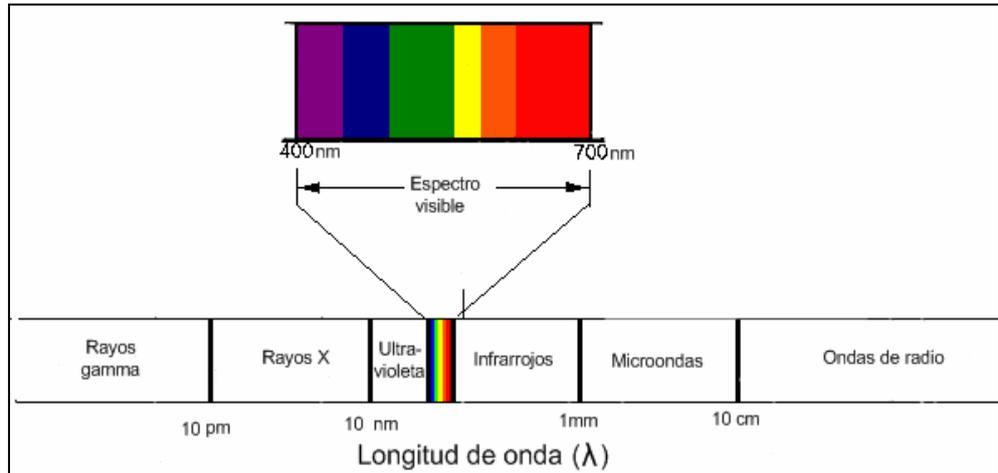


Figura 4: espectro electromagnético

En el Universo nos podemos encontrar con todos estos tipos de ondas y para poder estudiarlas se necesita tener detectores específicos para cada caso. Las imágenes que podemos obtener en cada caso son diferentes y la información que se extrae de ellas es complementaria, ayudando a los astrofísicos a tener un conocimiento más completo de los objetos celestes y de los fenómenos que se producen en ellos.



Figura 5: Vistas de la galaxia espiral M81 en longitudes de onda de radio, visible, ultravioleta y rayos X.

Las ondas de radio son radiación electromagnética de longitud de onda larga: aproximadamente entre 1cm y varios metros, aunque la región utilizada para radioastronomía suele llegar sólo hasta decenas de centímetros.





Taller de antenas

La longitud de onda radio tiene ciertas ventajas sobre otro tipo de radiación. Para empezar, comparte con el óptico el privilegio de poder ser observada desde la Tierra. La atmósfera terrestre impide el paso a la mayoría de las longitudes de onda de la radiación electromagnética, en algunas ocasiones afortunadamente para nuestra salud, como ocurre con la radiación X o la ultravioleta.

Otra ventaja muy importante de las ondas de radio, es que debido a su baja energía -y por tanto, longitud de onda larga- no interfieren apenas con el material que se encuentran a su paso (a no ser con determinados materiales, como aquellos de los que están construidas las antenas, que actúan como reflectores de ondas de radio). Por este motivo es por el que podemos oír la radio dentro de nuestras casas, ya que las ondas de radio atraviesan las paredes y son detectadas por los receptores de nuestro aparato de radio, que las convierte en sonido.

Este hecho hace que las ondas de radio sean especialmente útiles en Astronomía para estudiar objetos que se encuentran en el interior de nubes de gas y de polvo. La radiación en el rango visible de esos objetos está totalmente oscurecida por el material que se encuentra delante de ellos, por lo que no se pueden observar con telescopios ópticos. Sin embargo, las ondas de radio, al tener una longitud de onda mayor, no son afectadas por el gas o el polvo, permitiéndonos así el estudio de objetos en regiones densas y oscurecidas, como pueden ser las regiones de formación estelar.

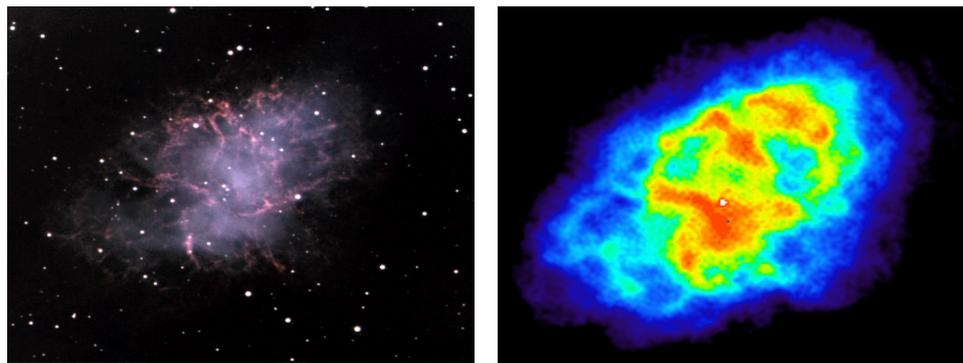


Figura 6: A la derecha tenemos la nebulosa del cangrejo (o M1) tal y como se ve en el visible. En el panel de la izquierda vemos esta misma nebulosa, fruto del resto de una supernova, en falsos colores de radio. La zona de mayor emisión (en blanco) corresponde con la región en donde se observa un púlsar, cadáver de la estrella que explotó en el 1054 d.C. como supernova.





Taller
de
antenas



Obtén tu propio radiomapa

Como ya aprendiste en el taller lo que obtiene un radiotelescopio cuando rastrea un área del cielo no son imágenes en sí sino intensidades de las ondas de radio. Posteriormente, en el procesado de los datos obtenidos, a cada punto se le asigna un número dependiendo de la intensidad que presenta y finalmente se establece una escala de colores para poder obtener una imagen.

A continuación te vamos a presentar un radiomapa en el cual ya hemos asignado los números en cada uno de los puntos. Escoge la escala de colores que quieras y colorea el mapa para poder descubrir de qué tipo de objeto se trata.

0	0	0	4	4	4	4	5	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	4	4	0	0	0	0	
0	0	4	4	4	4	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	4	4	0	0	0	0
0	4	4	4	4	4	5	5	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	5	4	0	0	0
0	4	4	4	4	4	0	0	0	0	4	4	4	4	5	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	5	4	0	0	0
4	4	4	4	0	0	0	4	4	4	4	5	5	4	6	6	5	0	4	0	0	0	0	0	0	4	4	5	0	0	0	0
4	4	4	0	0	0	4	4	4	5	5	4	4	5	6	6	5	5	4	4	0	0	0	0	0	4	4	5	5	0	0	0
4	4	4	0	0	0	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	4	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	4	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	6	6	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	4	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	4	4	0	0	0	0
4	4	0	0	5	4	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	4	4	0	0	0	0	0
4	4	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	6	4	4	0	0
4	0	0	4	5	4	5	0	0	0	0	0	0	3	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	4	6	4	4	4	0
4	0	4	4	5	5	0	0	0	0	0	3	3	2	0	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4	6	6	4	0
4	0	4	4	5	5	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	2	3	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4	4	4	4
4	4	0	4	5	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	3	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4	4	4	4
4	4	0	0	4	4	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4	4	4	4
4	4	0	0	4	4	4	0	0	0	3	2	0	4	4	0	2	0	0	0	4	5	0	0	4	5	4	0	0	4	4	4
4	4	0	0	4	4	4	0	0	0	3	2	0	0	0	2	2	2	0	0	0	5	4	4	0	0	4	4	0	0	4	4
4	4	0	0	4	4	4	0	0	0	2	2	2	0	0	2	2	0	0	0	4	5	4	4	0	0	4	0	0	4	4	4
4	4	4	0	0	4	4	4	0	0	0	3	3	2	2	2	0	0	0	0	5	4	4	4	0	0	4	4	0	0	4	4
4	4	4	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	0	0	0	5	4	4	0	0	4	4	0	0	4	4
4	4	4	0	0	0	4	4	0	0	0	0	2	2	3	3	0	0	0	0	4	4	5	4	0	0	4	4	0	0	4	4
4	4	4	0	0	0	4	4	0	0	0	0	5	5	4	4	0	0	0	0	4	4	4	0	0	4	4	4	0	4	4	4
4	4	4	4	0	0	0	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	0	0	0	4	4	4	4	0	0	4	4	4	0	4	4
4	4	4	4	0	0	0	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	0	0	0	6	5	4	0	0	6	5	4	0	0	5	5
0	5	4	4	4	0	0	0	0	0	4	4	5	5	4	0	0	0	0	0	4	6	5	4	0	0	4	6	5	4	0	5
0	5	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	5	5	4	0	0	0	4	5	6	0	5
0	4	6	5	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	5	5	0	0	4	6	5	0	0	4	5
0	0	6	6	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	0	0	4	4	4	5	5	0	0	0	4	4	6	6	0	4	6
0	0	0	6	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	5	0	
0	0	0	6	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	5	5	4	4	0	0	
0	0	0	0	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	6	4	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	4	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	5	5	6	4	4	4	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	5	6	6	4	4	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0

Escala de colores

0	1	2	3	4	5	6